

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки
Географічний факультет
Кафедра фізичної географії

І. М. НЕТРОБЧУК

ОХОРОНА АТМОСФЕРИ

методичні рекомендації до практичних робіт

Луцьк
Вежа-Друк
2019

УДК 551.51: 502.1 (072)

Н 57

Рекомендовано до друку науково-методичною радою Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки (протокол № 2 від 17.10.2018 р.)

Рецензенти:

Фесюк В. О. – доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри фізичної географії Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки.

Федонюк В. В. – кандидат географічних наук, доцент кафедри екології та агрономії Луцького національного технічного університету.

Нетробчук І. М.

Н 57 Охорона атмосфери: методичні рекомендації до практичних робіт / Ірина Марківна Нетробчук. – Луцьк, 2019. – 38 с.

Методичне видання містить завдання до практичних робіт. Подано теоретичні відомості та порядок виконання завдань. Висвітлено інформаційний матеріал тем, що значно покращить засвоєння теоретичного й практичного курсу.

Рекомендовано студентам освітнього ступеня бакалавр спеціальності 103 Науки про Землю, 106 Географія денної та заочної форми навчання вищих навчальних закладів.

УДК 551.51: 502.1 (072)

© Нетробчук І. М., 2019

© Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, 2019

ВСТУП

Метою написання методичних рекомендацій з навчальної дисципліни «Охорона атмосфери» є надання методичної допомоги в практичному засвоєнні студентами теоретичних основ нормативно-законодавчої бази в області охорони атмосферного повітря, джерел її забруднення, методичних прийомів розрахунків оцінки стану забруднення атмосферного повітря міст.

Під час виконання практичних занять студенти повинні провести аналіз окремих теоретичних положень навчальної дисципліни і сформулювати навички і вміння їх практичного застосування через індивідуальне виконання (відповідно до вихідних даних) сформульованих завдань.

Основні завдання практичного заняття:

- поглиблення та уточнення знань, здобутих на лекціях і в процесі самостійної роботи;
- формування інтелектуальних навичок і вмінь, аналізу й узагальнень, опанування навичок організації професійної діяльності;
- накопичення первинного досвіду в оцінці стану забрудненості атмосферного повітря міст та розробка заходів щодо його зменшення.

Під час виконання практичних завдань студент повинен:

- опрацювати нормативно-правові акти з питань охорони атмосферного повітря;
- проаналізувати джерела забруднення атмосферного повітря;
- навчитися визначити завантаженість вулиць автотранспортом як основне джерело забруднення атмосфери;
- обчислювати необхідну кількість чистого повітря для розсіювання шкідливих домішок в повітрі;
- визначати рівень забруднення атмосферного повітря за лишайниками;
- обґрунтувати комплекс заходів, спрямованих на скорочення викидів шкідливих речовин і покращення чистоти повітря в містах.

Теоретичні відомості, що подані на початку кожної теми, зазвичай, не можуть замінити підручника, однак вони разом з порядком виконання завдань сприятимуть більш глибокому розумінню охорони атмосферного повітря.

Структура практичних робіт передбачає назву і мету заняття, теоретичні відомості, порядок виконання завдань і перелік контрольних запитань.

При підготовці навчально-методичного видання використано методичний посібник для проведення лабораторних робіт «Екологія» укладачі О. О. Коновалова, Г. П. Андрейко (Харків, 2014) та навчальний посібник «Моніторинг довкілля» укладачі В. В. Рома та ін. (Полтава, 2016).

Практична робота № 1

Тема: НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АКТИ З ПИТАНЬ ОХОРОНИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Мета: ознайомитись з основними термінами, розділами і статтями основного законодавчого документа Закону України «Про охорону атмосферного повітря» та іншими нормативно-правовими актами, що регламентують діяльність в галузі охорони атмосферного повітря.

Теоретичні відомості

Атмосферне повітря є одним із основних життєво важливих компонентів довкілля. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» спрямований на збереження та відновлення природного стану атмосферного повітря, створення сприятливих умов для життєдіяльності, забезпечення екологічної безпеки та запобігання шкідливого впливу атмосферного повітря на здоров'я людей та довкілля. Цей Закон визначає правові та організаційні основи та екологічні вимоги в галузі охорони атмосферного повітря. Закон введений в дію Постановою ВР №2708-ХІІ від 16.10.1992.

Завдання

1. Вивчіть основні терміни статті 1 розділу I Загальні положення ЗУ «Про охорону атмосферного повітря».

Стаття 1. Визначення термінів

У цьому Законі наведені нижче терміни вживаються у такому значенні:

атмосферне повітря – життєво важливий компонент навколишнього природного середовища, який являє собою природну суміш газів, що знаходиться за межами жилих, виробничих та інших приміщень;

охорона атмосферного повітря – система заходів, пов'язаних і збереженням, поліпшенням та відновленням стану атмосферного повітря, запобіганням та зниженням рівня його забруднення та впливу на нього хімічних сполук, фізичних та біологічних факторів;

забруднення атмосферного повітря – змінення складу і властивостей атмосферного повітря в результаті надходження або утворення в ньому фізичних, біологічних факторів і (або) хімічних сполук, що можуть несприятливо впливати на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища;

забруднююча речовина – речовина хімічного або біологічного походження, що присутня або надходить в атмосферне повітря і може прямо

або опосередковано справляти негативний вплив на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища;

викид – надходження в атмосферне повітря забруднюючих речовин або суміші таких речовин;

нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря – група нормативів, дотримання яких запобігає виникненню небезпеки для здоров'я людини та стану навколишнього природного середовища від впливу шкідливих чинників атмосферного повітря;

норматив вмісту забруднюючої речовини у відпрацьованих газах та впливу фізичних факторів пересувного джерела – гранично допустима кількість забруднюючої речовини у відпрацьованих газах пересувного джерела, що відводиться в атмосферне повітря;

норматив гранично допустимого викиду забруднюючої речовини стаціонарного джерела – гранично допустимий викид забруднюючої речовини або суміші цих речовин в атмосферне повітря від стаціонарного джерела викиду;

технологічний норматив допустимого викиду забруднюючої речовини – гранично допустимий викид забруднюючої речовини або суміші цих речовин, який визначається у місці його виходу з устаткування;

норматив якості атмосферного повітря – критерій якості атмосферного повітря, який відображає гранично допустимий максимальний вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі і при якому відсутній негативний вплив на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища;

норматив гранично допустимого впливу фізичних та біологічних факторів стаціонарних джерел – норматив, який встановлюється для кожного стаціонарного джерела акустичного, електромагнітного, іонізуючого та інших фізичних і біологічних факторів на рівні, за якого фізичний та біологічний вплив усіх джерел у цьому районі з урахуванням перспектив його розвитку в період терміну дії встановленого нормативу не призведе до перевищення нормативів екологічної безпеки атмосферного повітря (за найбільш суворим нормативом);

джерело викиду – об'єкт (підприємство, цех, агрегат, установка, транспортний засіб тощо), з якого надходить в атмосферне повітря забруднююча речовина або суміш таких речовин»;

агломераційна зона – частина території, визначена для цілей оцінювання і управління якістю повітря;

агломерація – велике місто з передмістями із населенням більше 250 000 чоловік або, якщо населення становить 250 000 чи менше, із встановленою густотою населення на квадратний кілометр;

плани щодо якості повітря – плани, що визначають заходи для отримання граничних величин чи цільових показників;

якість атмосферного повітря – сукупність фізичних, хімічних і біологічних властивостей атмосферного повітря, які відображають ступінь його відповідності гігієнічним і екологічним нормативам;

оцінка якості атмосферного повітря - будь-який метод, що застосовується для вимірювання, обчислення, прогнозування чи оцінки рівнів забруднення;

верхній поріг оцінювання – рівень, нижче якого можна застосовувати комбінацію фіксованих вимірювань і методів моделювання або індикативних вимірювань для оцінювання якості повітря;

нижній поріг оцінювання – рівень, нижче якого для оцінювання якості повітря можна використовувати виключно методи моделювання чи об'єктивної оцінки;

інформаційний поріг – рівень, перевищення якого пов'язане з ризиком для людського здоров'я від короткочасного впливу на уразливі групи, і для якого необхідне негайне і адекватне інформування;

несприятливі метеорологічні умови – метеорологічні умови, що сприяють накопиченню забруднюючих речовин в приземному шарі атмосферного повітря;

гранично допустиме (критичне) навантаження – показник впливу одного або декількох забруднюючих речовин на навколишнє природне середовище, перевищення якого може привести до шкідливого впливу на навколишнє природне середовище;

моніторинг атмосферного повітря – система спостережень за станом атмосферного повітря, його забрудненням і за природними явищами, що відбуваються в ньому, а також оцінка і прогноз стану атмосферного повітря, його забруднення.

2. Використовуючи веб-ресурси, знайдіть Закон України «Про охорону атмосферного повітря», ознайомтесь та выпишіть назви розділів і статей. Розгляньте проект Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України (щодо охорони атмосферного повітря)», порівняйте його із чинним Законом та запишіть статті, в яких пропонується внесення до нього змін.

3. Використовуючи збірку чинних нормативно-правових актів з питань охорони атмосферного повітря за ред. С. С. Куруленка, ознайомтесь і выпишіть Постанови Кабінету Міністрів України, Накази Міністерств і відомств України з питань охорони атмосферного повітря.

Контрольні запитання

1. Коли набув чинності Закон України «Про охорону атмосфери»? На що Закон спрямований і що визначає?
2. З яких розділів складається Закон України «Про охорону атмосферного повітря»?
3. Назвіть його основні статті.
4. Охарактеризуйте основні терміни статті 1 цього Закону.
5. Назвіть Постанови КМУ з питань охорони атмосферного повітря.

6. Назвіть накази Міністерств і відомств України з питань охорони атмосферного повітря.

Практична робота № 2

Тема: ДЖЕРЕЛА ТА АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕНOSTІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТ УКРАЇНИ

Мета: ознайомитись з основними джерелами забруднення і класифікацією забруднювачів атмосферного повітря та їхнім впливом на здоров'я людини.

Теоретичні відомості

За походженням забруднювачі поділяють на *природні* та *штучні*, (антропогенні), *земні* та *космічні*, *морські* та *континентальні*.

За фізичною природою їх поділяють на *інгредієнти* (хімічні речовини) і та *параметричні* (фізичні).

До **фізичних** відносяться: а) електромагнітні випромінювання; б) іонізуюча радіація; в) теплове забруднення; г) шуми, ультразвук, вібрація.

До **хімічних** забруднювачів атмосфери відносяться: 1) газоподібні похідні вуглецю і рідкі вуглеводні, у т. ч. поліароматичні; 2) миючі засоби; 3) пластмаси; 4) пестициди та інші синтетичні речовини; 5) похідні сірки; 6) похідні азоту; 7) важкі метали; 8) сполуки фтору; 9) тверді домішки; 10) органічні речовини.

Основними джерелами забруднення атмосфери є природні та антропогенні (промислові та побутові) процеси.

Джерелами антропогенного забруднення є:

1. Промисловість (пил, газоподібні речовини, теплове, шумове і електромагнітне забруднення).

2. Сільське господарство (пил від ерозії ґрунтів, засоби хімізації, відходи тваринництва).

3. Транспорт (пил, викиди двигунів внутрішнього згоряння, втрати паливно-мастильних матеріалів, продукти корозії конструкційних матеріалів та шум).

4. Комунально-побутове господарство (пил, дим, продукти розпаду комунально-побутових відходів).

Усі забруднюючі речовини за ступенем їх шкідливого впливу на здоров'я людини поділяються на 4 класи: 1 – надзвичайно небезпечні, 2 – високо небезпечні, 3 – помірно небезпечні, 4 – мало небезпечні.

За характером впливу на здоров'я людини забруднюючі речовини поділяються на 5 груп:

1) **загальнотоксичні**, що викликають отруєння всього організму (оксид вуглецю, ціаністі сполуки, свинець, ртуть, бензол);

2) **подразнюючі**, що викликають подразнення дихальних шляхів і слизових оболонок (хлор, аміак, сірчаний газ, фтористий водень, оксиди азоту, озон, ацетон та інші);

3) **сенсibiliзуючі**, що діють на алергени (формальдегід, різні органічні розчинники, лаки на основі нітро- і нітрозосполук);

4) **канцерогенні**, що викликають злоякісні пухлини (бензапірен, нікель і його сполуки, аміни, оксиди хрому та інші);

5) **мутагенні**, що призводять до змін спадкової інформації (свинець, марганець, радій, уран).

Завдання

1. На основі літературних джерел, лекцій складіть схему класифікації джерел забруднення атмосферного повітря.

2. Використовуючи літературні джерела, Інтернет-ресурси проаналізуйте та складіть таблицю викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря за основними галузями економіки.

3. Проаналізуйте карту забрудненості атмосферного повітря. На карті виберіть одне місто, визначте його фонову оцінку та індекс забрудненості повітря та дайте характеристику структури забруднювачів повітря за стовпчиковою діаграмою.

Контрольні запитання

1. Як забруднювачі поділяються за походженням?
2. Як поділяють забруднювачі за фізичною природою?
3. Назвіть фізичні та хімічні забруднювачі.
4. Назвіть джерела природного походження забруднення атмосферного повітря.
5. Назвіть антропогенні джерела забруднення повітря та види забруднювачів, що відповідають цим джерелам.
6. Як поділяються забруднюючі речовини за ступенем їх шкідливого впливу на здоров'я людини?
7. Дайте класифікацію забруднюючих речовин за характером впливу на здоров'я людини.
8. Охарактеризуйте викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря за основними галузями економіки.
9. Назвіть найбільші забруднювачі атмосферного повітря міст України.

Практична робота № 3

Тема: АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У ВОЛИНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Мета: проаналізувати основні джерела забруднення і динаміку викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря у Волинській області та охарактеризувати найбільші його забруднювачі за впливом на здоров'я людини.

Завдання

1. За даними табл. 10.11 [Статистичний щорічник Волинь 2015] проаналізуйте і побудуйте кругову діаграму викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами за видами економічної діяльності у 2015 р.

2. За даними табл. 10.10 [Статистичний щорічник Волинь 2015] проаналізуйте і побудуйте стовпчикові діаграми викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними і пересувними джерелами.

3. Використовуючи інформацію табл.10.13 [Статистичний щорічник Волинь 2015] проаналізуйте динаміку кількості викидів забруднюючих речовин у повітря міст і районів області (1 місто і 3 райони на вибір) упродовж останніх десяти років та порівняйте їх із станом на 2000 р.

4. За даними табл. 10.14-10.15 [Статистичний щорічник Волинь 2015], проаналізуйте та побудуйте діаграми викидів загальнопоширених забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних і пересувних джерел у містах і районах, що попередньо обрані у 3 завданні та виявіть зв'язок із джерелами забруднення.

5. Дайте характеристику загальнопоширених забруднюючих речовин: *діоксид сірки, діоксид азоту, оксид азоту, оксид вуглецю, метан, неметанові вуглеводні або леткі органічні сполуки, пил, сажа* та їх впливу на стан здоров'я населення.

Контрольні запитання

1. Яка спостерігається тенденція щодо викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря?
2. Які джерела найбільше забруднюють атмосферне повітря Волинської області?

3. Які напрямки економічної діяльності найбільше викидають забруднюючі речовини в атмосферне повітря?
4. Яких найбільше забруднюючих речовин викидається в атмосферне повітря від стаціонарних і пересувних джерел?
5. Які міста Волинської області є найбільш забрудненими?
6. Які райони є найбільш і найменш забрудненими? З чим це пов'язано. Обґрунтуйте відповідь.
7. Назвіть викиди загальнопоширених забруднюючих речовин від стаціонарних і пересувних джерел у містах і районах Волинської області. З якими видами економічної діяльності це пов'язано?
8. Охарактеризуйте вплив діоксиду сірки, пилу і сажі на здоров'я людини.
9. Охарактеризуйте вплив діоксиду і оксиду азоту, метану на здоров'я людини.
10. Охарактеризуйте вплив оксиду вуглецю, неметанових вуглеводнів на здоров'я людини.

Практична робота № 4

Тема: ОЦІНКА ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ДІЛЯНОК ВУЛИЦЬ МІСТА АВТОТРАНСПОРТОМ

Мета: оцінити завантаженість ділянок вулиць міста автотранспортом залежно від його видів.

Теоретичні відомості

Автомобільний транспорт завжди був найбільшим забруднювачем атмосферного повітря міст, навіть тоді, коли на повну потужність працювали підприємства. Сьогодні при спаді виробництва, автомобіль загалом став основним джерелом ускладнення екологічної ситуації у містах. Кількість автотранспорту у м. Луцьк зростає з року в рік. Загалом забруднення автомобільними вихлопними газами у містах України становить 60–80 % від загальної кількості викидів.

Сучасний автомобіль викидає понад 200 токсичних речовин, серед них окисли вуглецю, сірки, азоту, свинець і його сполуки, бензапірен тощо. На автомобільний транспорт припадає 55 % викидів вуглеводневих сполук, 47 % оксиду вуглецю, 98,6 % оксидів азоту від загальної кількості цих речовин, що надходять в атмосферу України.

Концентрація токсичних речовин значною мірою залежить від технічного стану автомобіля, швидкості його руху і строку експлуатації. Шкідливі викиди автомобільного транспорту істотно залежать від режиму роботи двигуна і якості використовуваного пального.

Найбільша кількість токсичних речовин виділяється за перемінних режимів роботи двигуна, зокрема під час пуску й зупинки, а також під час

роботи в холостому режимі. Тому в містах максимальна концентрація токсичних речовин спостерігається на перехрестях, біля світлофорів, під час долаття узвозів. Близько 50 % викидів автотранспорту в межах міста припадає на траси з низькою швидкістю руху і менше 25 % – на швидкісні траси. Концентрація токсичних речовин у відпрацьованих газах автомобіля зростає також із збільшенням строку його експлуатації.

У зв'язку з цим у містах приймають різноманітні заходи щодо зниження токсичності викидів шляхом більш детального очищення бензину, заміни його на чистіші джерела енергії (газове паливо, електрострум), зменшення вмісту свинцю, більш економічні двигуни, а також створення зон з обмеженим рухом автомобілів.

Завдання

Провести оцінку завантаженості ділянки обраної вулиці м. Луцька різними видами автотранспорту. Результати подати у таблиці та на графіку.

Порядок виконання

1. Студенти діляться на групи по 3–4 особи (один рахує, другий записує, інші дають загальну характеристику ситуації).

2. Обирають певні ділянки різних вулиць з одностороннім рухом. У випадку двостороннього руху кожна група розміщується на своїй стороні.

3. Збір матеріалу щодо завантаженості вулиць автотранспортом проводиться шляхом підрахунку кількості машин, з вимірами о 8, 13 і 17 год.

4. Інтенсивність руху автотранспорту проводиться методом підрахунку автомобілів різних типів 3 рази по 20 хв. в кожному терміні виміру.

5. Результати підрахунків записуються у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Інтенсивність руху автотранспорту по вул. пр. Перемоги

Години	Тип автомобіля	Кількість одиниць	
		за 20 хв	за одну год
8:00-9:00	Легкої		
	Середньої		
	Важкої вантажності		
	Усього		
13:00-14:00	Легкої		
	Середньої		
	Важкої вантажності		
	Усього		
17:00-18:00	Легкої		
	Середньої		
	Важкої вантажності		
	Усього		

6. На кожній точці вибраної ділянки визначається тип вулиці: міська вулиця з односторонньою забудовою, житлові будинки з одно-, дво- і більше поверховою забудовою з двох сторін, дорога у виїмках, тощо. Наявність захисної зони з дерев тощо.

7. Шукаємо інформацію на сайті прогноз погоди про швидкість вітру і вологість повітря.

8. Підсумком роботи є сумарна оцінка завантаженості вулиць автотранспортом: **низька** інтенсивність руху – 2,7–3,6 тис. автомобілів на добу, **середня** – 8–17 тис. і **висока** – 18–27 тис.

9. Згідно даних представлених у табл. 4.1 проводиться сумарна оцінка руху транспорту по обраних вулицях і будується графік (рис.4.1).

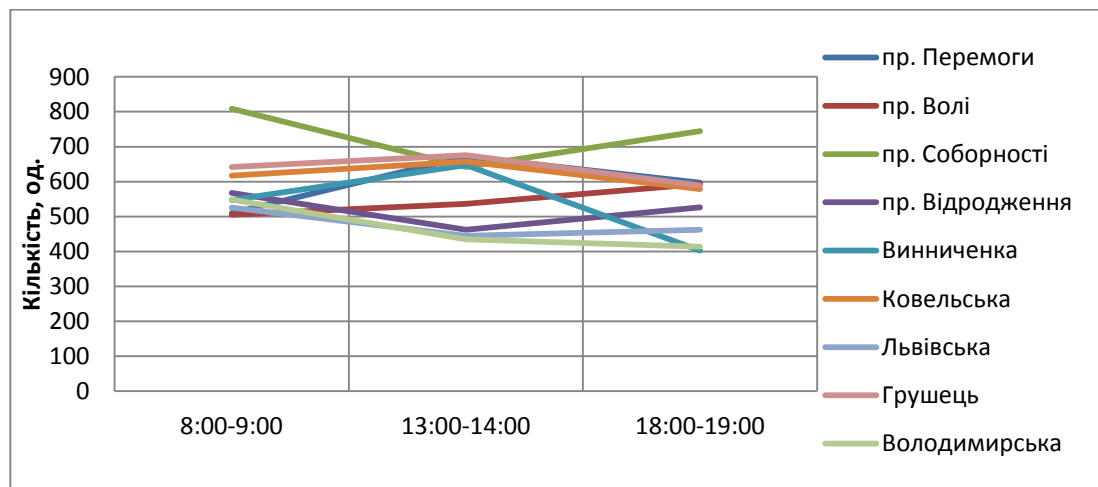


Рис. 4.1. Графік завантаженості вулиць м. Луцьк автотранспортом

Контрольні запитання

1. Які заходи, на Вашу думку, можуть найсуттєвіше зменшити забруднення повітря від автомобільного транспорту:

- заміна автомобільних двигунів внутрішнього згорання на електричні;
- заборона руху автомобілів через центральні райони міст;
- озеленення міст. Обґрунтуйте вашу відповідь.

2. Які заходи проводяться у місті Луцьку для того, щоб зменшити забруднення повітря автомобільним транспортом?

Практична робота № 5

Тема: ВИЗНАЧЕННЯ ВИКИДІВ ВИХЛОПНИХ ГАЗІВ

АВТОТРАНСПОРТУ НА ДІЛЯНКАХ ВУЛИЦЬ МІСТА

Мета: навчитись визначати кількість надходження вихлопних газів автотранспорту в атмосферне повітря міст та об'єм повітря необхідного для їх розсіювання.

Теоретичні відомості

Вихлопні гази автотранспорту містять велику кількість різних хімічних сполук – продуктів повного і неповного згоряння пального. Серед таких сполук вагоме значення мають: оксид вуглецю, оксиди азоту, вуглеводні, сажа, альдегіди. Також потрібно додати, що забруднення повітря вуглеводнями за рахунок бензинових двигунів, у зв'язку з випаровуванням із паливного бака, карбюратора, картерних газів.

Проблема загострюється ще й тим, що вихлопні гази автотранспорту поступають в приземний шар атмосфери, який зменшує їх розсіювання. Наявність вузьких вулиць і високих будівель є перешкодою для розсіювання, а також сприяє накопиченню шкідливих речовин вихлопних газів автотранспорту в міському повітрі в зоні дихання пішоходів. Накопичуючись в приземному шарі атмосфери, деякі компоненти вихлопних газів беруть участь у фотохімічних реакціях. Останні є вихідними продуктами для утворення нових сполук, більшість з яких вважається ще більш небезпечнішими для здоров'я людини.

Ступінь забруднення атмосферного повітря залежить від якісного і кількісного складу вихлопних газів, інтенсивності і організації руху автотранспорту, ширини проїзної частини вулиці, рельєфу місцевості та ряду метеорологічних умов.

Якісний і кількісний склад вихлопних газів автотранспорту також залежить від ряду факторів: типу двигуна і особливостей конструкції, його технічного стану, потужності, режиму роботи, якості пального.

Завдання

Визначте кількість надходження вихлопних газів автотранспорту в атмосферне повітря на вулицях м. Луцьк.

Порядок виконання

1. Обирається ділянка автошляху на певних вулицях міста в безпосередній близькості від житлових будинків.
2. Визначається середня довжина свого кроку та вимірюється кроками довжина ділянки (l, м). Наприклад, вулиця завдовжки пересічно 200 м.
3. Визначається кількість одиниць автотранспорту, що проїхав через експериментальну ділянку за 20 хв у денний час. Виконуються перерахунки на 1 год. Окремо визначаємо кількість легкових автомобільних, вантажівок та автобусів. Результати заносяться у табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Кількість автотранспорту різного типу на вулицях м. Луцьк

Вулиця	Кількість автомобілів різного типу, N (од.)		
	Легкові	Середньої важкості (автобуси)	Вантажівки
пр. Перемоги	404	103	3
пр. Волі	413	92	1
пр. Соборності	580	221	13
вул. Винниченка	388	157	2

4. Обчислюємо загальний шлях, який проходить автомобіль для кожного типу за 1 годину за формулою: $L = N \cdot l$; де l – довжина шляху експериментальної ділянки (200 м); N – зафіксована кількість автомобілів кожного типу.

Таблиця 5.2

Шлях (L), який проходить автомобіль кожного типу

Довжина шляху (км), L	Тип автомобілів		
	Легкові автомобілі	Автобуси	Вантажівки
пр. Перемоги	80,8	20,6	0,6
пр. Волі	82,6	18,4	0,1
пр. Соборності	116	44,2	2,6
вул. Винниченка	77,6	31,4	0,4

5. Обчислюємо кількість пального, яку спалюють автомобілі за формулою: $D = L \cdot V$; де L – довжина шляху експериментальної ділянки, км; V – середні витрати пального у літрах на один кілометр шляху.

Для легкового авто цей показник становить пересічно 0,12; для автобуса – 0,425; вантажівки – 0,31. Результати розрахунків заносимо у табл. 5.3.

Таблиця 5.3

Кількість пального, яку спалюють автомобілі

К-ть пального (л), D	Тип автомобілів		
	Легкові автомобілі	Автобуси	Вантажівки
пр. Перемоги	9,7	8,75	0,18
пр. Волі	9,9	5,7	0,04
пр. Соборності	13,9	13,7	1,1
вул. Винниченка	9,3	31,4	0,1

6. Кількість шкідливих речовин, що виділяє автотранспорт обчислюємо шляхом множення (табл. 5.4). До них віднесемо CO , C_5H_{12} , NO_2 . Відомо, що із 1 л бензину виділення CO становить 0,6 л, C_5H_{12} – 0,1 л, NO_2 – 0,04 л.

Таблиця 5.4

Кількість шкідливих речовин, що виділяє автотранспорт

Вулиці	Тип автомобілів		
	Легкові автомобілі	Автобуси	Вантажівки
	Кількість шкідливих речовин, л CO ; C_5H_{12} ; NO_2		
пр. Перемоги	5,8; 0,97; 0,388	5,25; 0,87; 0,35	0,10; 0,018; 0,007
пр. Волі	5,94; 0,99; 0,396	3,42; 0,342; 0,228	0,024; 0,002; 0,0016
пр. Соборності	8,34; 0,834; 0,556	8,22; 0,822; 0,548	0,66; 0,06; 0,044
вул. Винниченка	5,58; 0,558; 0,372	18,84; 1,884; 1,256	0,06; 0,006; 0,004

7. Після того, як розраховували об'єм основних газів-забруднювачів для кожного виду транспорту, обчислюємо масу шкідливих викидів за формулою: $m = V \cdot M / 22,4$

$$M(\text{CO}) = 28 \text{ г/моль}; M(\text{C}_5\text{H}_{12}) = 72 \text{ г/моль}; M(\text{NO}_2) = 46 \text{ г/моль}.$$

Таблиця 5.5

**Маса шкідливих викидів основних газів-забруднювачів повітря
по вул. пр. Перемоги**

Викиди шкідливих речовин, л	Тип автомобілів		
	Легкові автомобілі	Автобуси	Вантажівки
CO	7,25	6,56	0,125
C_5H_{12}	3,11	2,79	0,057
NO_2	0,796	0,71	0,014

8. Розраховуємо кількість чистого повітря, необхідного для розчинення шкідливих речовин з метою забезпечення санітарно-припустимих умов середовища. Для визначення використовуються показники ГДК шкідливих речовин. Результати розрахунків заносимо у табл. 5.6.

V (для CO) = m (CO); ГДК = 0,003; V (для C_5H_{12}) = m (C_5H_{12}); ГДК = 0,025; V (для NO_2) = m (NO_2); ГДК = 0,00194.

Таблиця 5.6

**Кількість чистого повітря, необхідного для
розчинення шкідливих речовин**

Викиди шкідливих речовин, л	Сума викидів усіх типів автомобілів, г	Об'єм повітря для розчинення, м ³
CO	13,935	4645
C ₅ H ₁₂	5,957	238,28
NO ₂	1,52	783,5

Контрольні запитання

1. Як обчислити загальний шлях, який проходить автомобіль для кожного типу за 1 годину?
2. Як обчислити кількість пального, яку спалюють автомобілі?
3. Як обчислити об'єм основних газів-забруднювачів для кожного виду транспорту?
4. Як обчислити масу шкідливих викидів для кожного виду транспорту?
5. Як обчислити кількість чистого повітря, необхідного для розчинення шкідливих речовин з метою забезпечення санітарно-припустимих умов середовища.
6. Які Ви запропонуєте рекомендації щодо покращення екологічного стану атмосферного повітря у місті?

Практична робота № 6

Тема: МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Мета: ознайомитись з вимогами до організації спостережень за забрудненням атмосферного повітря, його постами, програмами, а також із Щорічником стану забруднення атмосферного повітря у Волинській області.

Теоретичні відомості

Для організації спостережень за станом атмосферного повітря необхідні такі дані:

- 1) відомості про існуючі та перспективні джерела забруднення атмосфери (із урахуванням розвитку економічних районів);
- 2) характеристики забруднюючих речовин (токсичність, здатність вступу у хімічні реакції з іншими речовинами, здатність до самоочищення),
- 3) гідрометеорологічні дані;
- 4) результати попередніх спостережень за забрудненням атмосфери

(експедиційні дослідження);

5) дані про рівні забруднення довкілля у сусідніх країнах;

б) відомості про транскордонне перенесення шкідливих домішок.

Служба спостережень складається з 2-х систем: 1 – система спостережень; 2 – система контролю.

Перша система забезпечує спостереження за якістю атмосферного повітря в містах, населених пунктах і територіях, які розміщені поза зоною впливу конкретних джерел забруднення. Спостереження здійснюються службами Гідрометцентрів. Ця служба надає дані як про метеорологічні умови, так і про концентрацію шкідливих речовин.

Друга система – служба контролю, що забезпечує спостереження та контроль за джерелами забруднення й регулюванням викидів шкідливих речовин в атмосферу. Міністерство екології та природних ресурсів організовує спостереження за джерелами промислових викидів в атмосферу та дотриманням підприємствами норм ГДВ, а також додатково контролює виконання завдань і дотримання вимог охорони атмосферного повітря при розміщенні, проектуванні, будівництві та введенні в експлуатацію нових підприємств.

На основі аналізу даних попередніх спостережень розробляють схему розміщення стаціонарних постів спостереження на території міста й програми їх роботи. **Пост спостережень** може надавати інформацію про загальний стан повітряного басейну (якщо пост знаходиться поза зоною впливу окремих джерел викидів) і виконувати контроль за джерелами викидів (якщо пост знаходиться в зоні впливу джерел викидів).

При розміщенні постів спостережень пріоритетність надається житловим районам з найбільшою щільністю населення, де можливі випадки перевищення встановлених гранично допустимих концентрацій (ГДК).

Умови встановлення постів спостережень:

1) якщо існує ймовірність росту концентрацій домішок вище встановлених нормативів;

2) пост спостереження повинен надавати інформацію про загальний стан повітряного басейну і здійснювати контроль за джерелом викиду,

3) спостереження повинні проводитись за всіма домішками, концентрації яких перевищують ГДК;

4) обов'язково визначаються пил, діоксид сірки, оксид вуглецю та оксиди азоту.

Контроль за радіоактивним забрудненням атмосферного повітря здійснюється як на фоновому рівні, так і в зонах впливу атомних електростанцій та інших джерел можливих викидів радіоактивних речовин. При контролі радіоактивного забруднення на фоновому рівні використовують існуючі фонові станції або спеціальні станції, встановлені на відстані 50-100 км від можливого джерела радіоактивного забруднення. При

контролі в радіусі до 25 км використовується як існуюча мережа контролю, так і спеціальні пости спостережень, де встановлюються датчики гамма-випромінювання та пристрої для відбору проб і аналізу повітря. В межах санітарно-захисної зони (СЗЗ) утворюються пости дистанційного контролю радіоактивного забруднення атмосферного повітря.

Для контролю якості повітря в населених пунктах встановлюються три категорії постів спостереження: *стаціонарний, маршрутний та пересувний (під факельний)*.

Стаціонарний пост призначений для забезпечення регулярного відбору проб повітря з метою подальшого лабораторного аналізу, а також для безперервної реєстрації вмісту забруднюючих речовин автоматичними газоаналізаторами. До таких постів відноситься лабораторія «ПОСТ-2», що дозволяє здійснювати автоматичне вимірювання та запис на діаграмній стрічці концентрацій оксиду вуглецю і діоксиду сірки; автоматичний відбір 33 проб повітря для визначення 5 газоподібних домішок, сажі і пилу; ручний відбір 5 проб повітря на вміст газоподібних домішок, сажі і пилу; автоматичне вимірювання і реєстрацію напрямку та швидкості вітру, температури ($-50 - +50^{\circ}\text{C}$) і вологості атмосферного повітря (0 - 100%); візуальний контроль температури, вологості і тиску атмосферного повітря переносними приладами.

Кількість стаціонарних постів визначають залежно від кількості населення, звертаючи увагу на рельєф місцевості, особливості промисловості, часову та просторову зміну концентрацій забруднюючих речовин. Стаціонарні пости спостережень можуть встановлюватись в житловій, промисловій, змішаній зонах та біля автомагістралей. Спостереження на стаціонарних постах проводяться упродовж року, незалежно від погодних умов.

Маршрутний пост призначений для регулярного відбору проб повітря у фіксованих точках місцевості за допомогою спеціально обладнаної автолабораторії.

Підфакельні (пересувні) пости призначені для відбору проб під димовим факелом з метою виявлення зони впливу даного джерела. Місця відбору проб вибираються з урахуванням закономірностей розповсюдження забруднюючих речовин в атмосфері. Відбір проб проводиться за напрямком вітру на відстанях: 0,2; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 15; 20 км від джерела забруднення.

Залежно від виду постів спостережень та їх завдань визначають програми і терміни спостережень. Для постів спостережень встановлюють три програми спостережень: повна, неповна, скорочена.

За *повною програмою* спостереження проводяться щоденно (неділя – вихідний, субота – чергується) о 1, 7, 13 та 19 годині за місцевим часом, або інколи використовують зміщений графік. Спостереження за цією програмою передбачають вимірювання вмісту в повітрі пилу, діоксиду сірки, оксиду вуглецю та оксидів азоту, а також тих речовин, концентрації яких перевищують ГДК.

За *неповною програмою* спостереження проводять щоденно (субота і неділя чергуються) о 7, 13 та 19 годині. У районах, де температура повітря нижча за -45°C спостереження проводять за *скороченою програмою* щоденно, крім неділі о 7 та 13 годині за місцевим часом. Спостереження за скороченою програмою дозволяється проводити в місцях, де середньомісячні концентрації менші за $1/20$ ГДК м.р.

Завдання

1. Використовуючи вище наведу інформацію ознайомтесь з вимогами щодо організації спостережень за забрудненням атмосферного повітря.
2. Ознайомтесь з категоріями постів та їх вимогами встановлення, програмами і термінами спостережень.
3. Ознайомтесь із Щорічником стану забруднення атмосферного повітря у Волинській області. Проаналізуйте забруднення повітря на постах спостереження і визначте до яких категорій вони відносяться і за якими програмами проводяться спостереження у м. Луцьк, М Світязь, М Рава-Руська. Відповідь оформіть письмово.

Контрольні запитання

1. Сформулюйте вимоги щодо організації спостережень за забрудненням атмосферного повітря.
2. З яких систем складається служба спостережень?
3. Ким здійснюються і що забезпечує перша система служби спостереження?
4. Що забезпечує друга система служби і ким проводяться спостереження?
5. Назвіть умови встановлення постів спостереження.
6. На які категорії поділяються пости спостережень?
7. Яке призначення стаціонарного посту?
8. Які вимірювання здійснюються лабораторією ПОСТ-2?
9. Яке призначення маршрутного і підфакельного постів?
10. Які шкідливі домішки вимірюються за повною програмою спостереження і в які терміни?
11. Що передбачає неповна і скорочена програма спостережень? Назвіть терміни їх спостережень.

Практична робота № 7

**Тема: НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У
МІСТАХ**

Мета: навчитись визначати рівень забруднення атмосферного повітря в містах.

Теоретичні відомості

Спостереження за станом атмосферного повітря та вмістом забруднюючих речовин, у тому числі радіонуклідів, здійснюють 3 суб'єкти державної системи моніторингу довкілля: Волинський обласний центр з гідрометеорології, Державна екологічна інспекція у Волинській області, Головне управління Державної санітарно-епідеміологічної служби у Волинській області.

Державною гідрометеорологічною службою у Волинській області оцінка стану забруднення атмосферного повітря здійснюється за даними спостережень в м. Луцьку на 3-х постах спостережень по вул. Шопена, Рівненській та Конякіна. Програма обов'язково моніторингу якості атмосферного повітря включає сім забруднюючих речовин: пил, окис азоту, двоокис азоту (NO_2), двоокис сірки (SO_2), окис вуглецю, двоокис вуглецю, фенол, формальдегід (H_2CO), а також радіоактивні речовини.

Санітарно-епідеміологічна служба здійснює спостереження за якістю атмосферного повітря у житловій та рекреаційній зонах, зокрема поблизу основних доріг, санітарно-захисних зон та в робочих зонах підприємств, в зонах житлових будинків розташованих поблизу промислових об'єктів, на території шкіл, дошкільних установ та медичних закладів. Крім того, вона проводить аналіз якості повітря у житловій зоні за скаргами мешканців.

Для оцінки рівня забруднення атмосферного повітря використовують показник – *гранично допустима концентрація (ГДК)*.

Гранично допустима концентрація – максимальна концентрація забруднюючої речовини (ЗР) в атмосферному повітрі (мг/м^3), віднесена до певного часу осереднення, яка при періодичному впливі або упродовж всього життя людини не впливає і не вплине шкідливим чином (включаючи віддалені наслідки) на неї і на навколишнє середовище загалом.

ГДК визначається на основі санітарно-гігієнічних досліджень над лабораторними тваринами і спостережень за станом здоров'я людей, які знаходяться під впливом забруднюючих речовин з відомою концентрацією, та затверджуються відповідними органами охорони здоров'я країни.

Залежно від часу впливу розрізняють ГДК *максимально разові* ($\text{ГДК}_{\text{мр}}$), *середньодобові* ($\text{ГДК}_{\text{сд}}$) і *робочої зони* ($\text{ГДК}_{\text{рз}}$).

$\text{ГДК}_{\text{мр}}$ відноситься до 20-30 хвилинного інтервалу осереднення, встановлюється для попередження рефлексних реакцій людини (відчуття запаху, світлочутливість) і не викликає змін біоелектричної активності головного мозку.

$ГДК_{сб}$ – концентрація ЗР в повітрі, що не справляє на людину прямого або непрямого шкідливого впливу при цілодобовому вдиханні; відноситься до необмеженого періоду осереднення і введена з метою попередження загальнотоксичної, мутагенної, канцерогенної або іншої дії.

$ГДК_{р.з.}$ – це рівень концентрації ЗР, який не повинен викликати у робітників при щоденному вдиханні упродовж 8 годин (але не більше 41 год. на тиждень) захворювань або призводити до погіршення стану здоров'я у віддалені терміни.

Під робочою зоною розуміють шар повітряного простору висотою 2 м, де розташовується постійне або тимчасове робоче місце. Таким чином, санітарно-гігієнічні нормативи повинні забезпечувати фізіологічний оптимум для життя людини.

Встановлено, що повітря вважають забрудненим, коли відношення концентрації забруднюючої речовини за певний проміжок часу, віднесеної до відповідного значення $ГДК$ /з довідника/, дорівнює або більше одиниці:

$$C : ГДК > 1, \quad (1)$$

де C – концентрація забруднюючої речовини, $мг/м^3$

Для територій, що перебувають під спеціальною охороною (лікарні, санаторії, курорти, будинки відпочинку, спортивні споруди, дитячі заклади, рекреаційні та заповідні об'єкти) рівень забруднення атмосферного повітря не повинен перевищувати 0,8.

Деякі ЗР мають однонаправлену дію або мають *ефект сумачії* (взаємно посилюють вплив на організм людини). За наявності в атмосфері декількох (n) забруднюючих речовин, що справляють сумарну дію, їх безрозмірна сумарна концентрація не повинна перевищувати одиниці. Ефект сумачії визначається як сума відношень концентрації кожного із забруднювачів до відповідного значення його $ГДК$:

$$C_1/ГДК_1 + C_2/ГДК_2 + \dots C_n/ГДК_n \leq 1 \quad (2)$$

Наприклад, ефект сумачії мають такі речовини, як фенол і діоксид сірки; діоксид сірки і діоксид азоту; діоксид сірки і сірководень; озон, діоксид азоту і формальдегід тощо. Приклади $ГДК$ деяких забруднюючих речовин наведені в табл. 7.1.

Запропоновані такі класи небезпеки забруднюючих речовин:

1 клас – *надзвичайно небезпечні* (наприклад, бенз(а)пірен, свинець, барій, сполуки ртуті, озон, хром, гексахлоран, ціановодень, оксид ванадію, ДДТ та ін.);

2 клас – *високо небезпечні* (сірчана кислота, сірководень, кофеїн, фенол, бензол, хлор, оксиди марганцю та ін.);

3 клас – *помірно небезпечні* (діоксид сірки, діоксид азоту, тютюн, бутиловий спирт, пил, сажа та ін.);

4 клас – *мало небезпечні* (оксид вуглецю, етиловий спирт, аміак, нафталін, ацетон, скипидар та ін.).

Таблиця 7.1

Граничнодопустимі концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених пунктів, мг/м³

Забруднююча речовина	ГДК _{м.р.}	ГДК _{сд.}	ГДК _{р.з.}	Клас небезпеки
Діоксид азоту	0,085	0,04	2,0	3
Діоксид сірки	0,5	0,05	10,0	3
Оксид вуглецю	5,0	3,0	20,0	4
Пил	0,5	0,15	-	3
Аміак	0,2	0,04	20,0	4
Оксид азоту	0,4	0,06	5,0	3
Фенол	0,01	0,003	0,3	2
Формальдегід	0,035	0,012	0,5	2

Таблиця 7.2

Клас небезпечності за ГДК_{р.з.}

ГДК _{р.з.} (мг/м ³)	Клас небезпеки	Безрозмірна константа
<0,1	1 – надзвичайно небезпечні	1,7
0,1-1,0	2 – високо небезпечні	1,3
1,0-10,0	3 – помірно небезпечні	1,0
10 і більше	4 – мало небезпечні	0,9

Для порівняння оцінки рівня забрудненості повітря в різних містах використовують **комплексний індекс забруднення атмосфери міста (КІЗА)**. Його розраховують як суму п'яти найбільших значень одиничних індексів забруднення для окремих речовин. Індекс забруднення окремої речовини визначається як відношення середньої концентрації цієї речовини (C_i) до ГДК_{сд.і.} шляхом піднесення до ступеня безрозмірної константи:

$$КІЗА_i = \sum (C_i : ГДК_{сд.і.})^k, \quad (3)$$

де k – безрозмірна константа приведення ступеня шкідливості речовини до шкідливості сірчистого газу. Вона визначається за класом небезпеки, який знаходять за значенням ГДК_{р.з.} (таб. 7.2).

Величини ІЗА₅ менші за 2,5 відповідають чистій атмосфері; 2,5-7,5 – слабо забруднена атмосфера; 7,5-12,5 – забруднена, 12,5-22,5 – сильно забруднена; 22,5-52,5 – високо забруднена; більше 52,5 – екстремально забруднена.

Завдання

1. Використовуючи формулу 2, визначте рівень забруднення повітря у м. Луцьку із врахуванням ефекту сумації відповідно до даних табл. 7.3.
2. Використовуючи формулу 3 і дані табл. 7.3 обчисліть комплексний КІЗА₅ м. Луцька та визначте стан атмосферного повітря.

Таблиця 7.3

Концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Луцьк

Забруднююча речовина	ГДК _{р.з.}	ГДК _{сд.}	Концентрація ЗР, С _i
Діоксид сірки	10	0,05	0,02
Оксид вуглецю	20	3,0	1
Діоксид азоту	2,0	0,04	0,05
Оксид азоту	5,0	0,06	0,03
Фенол	0,3	0,003	0,006
Формальдегід	0,5	0,012	0,05

Контрольні запитання

1. Назвіть суб'єкти державної системи моніторингу, що здійснюють спостереження за вмістом забруднюючих речовин в атмосферному повітрі Волинської області.
2. На яких постах спостережень проводиться оцінка стану атмосферного повітря у м. Луцьку?
3. За якими забруднюючими речовинами пости проводять спостереження?
4. Які спостереження проводить санітарно-епідеміологічна служба?
5. Що таке ГДК? Назвіть її види.
6. Дайте визначення ГДК_{м.р.}, ГДК_{сд.}, ГДК_{р.з.}
7. Коли повітря вважається забрудненим?
8. Поясніть ефект сумації.
9. Назвіть речовини, що мають ефект сумації.
10. Охарактеризуйте класи небезпечності забруднюючих речовин.
11. Що таке комплексний індекс забруднення атмосфери міста та як його розраховують?

Практична робота № 8

**Тема: ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЇ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ
ПІДПРИЄМСТВА ЗАЛЕЖНО ВІД МАСИ, ВИДУ ТА СКЛАДУ
ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В ПОВІТРІ**

Мета: навчитись визначати категорію небезпечності підприємства.

Теоретичні відомості

Для розробки заходів та визначення шкідливої діяльності кожного підприємств на довкілля потрібно вміти оцінити їх вплив. Порівняння впливу на навколишнє середовище різноманітних підприємств можливо, якщо існує кількісний параметр оцінки їх негативного впливу, навіть за умови, що вони викидають у довкілля різні забруднюючі речовини. Таким параметром є **категорія небезпечності підприємства, тобто КНП**. Крім того, КНП підприємства враховується при визначенні розмірів його санітарно-захисної зони та типу очисних споруд. Найбільшу небезпеку для довкілля складають підприємства першої категорії небезпеки.

Для визначення категорії небезпечності підприємства використовуються дані про викиди основних забруднюючих речовин в атмосферу для кожного підприємства за формою статистичної звітності 2 тп повітря.

Категорію небезпечності підприємств (КНП) розраховують за формулою (8.1):

$$\text{КНП} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{ГДК_i} \right)^{a_i}, \quad (8.1)$$

де M_i – маса викиду i -тої речовини, т/рік;

$ГДК_{сд,i}$ – середньодобова гранично допустима концентрація i -тої речовини, мг/м³;

n – кількість шкідливих речовин, які викидаються підприємством і забруднюють атмосферу;

a_i – безрозмірна константа, що дозволяє співвіднести ступінь шкідливості i -тої речовини зі ступенем шкідливості сірчистого газу.

Основна маса речовин, що викидається в атмосферу, відноситься до третього класу небезпеки. У якості еталона для порівняння ступеня шкідливості всіх інших речовин прийнято значення шкідливості SO₂ (3-й клас небезпеки). Значення a_i наведено в табл. 8.1.

Таблиця 8.1

Безрозмірна константа у відповідності з класом небезпечності речовин

Константа	Клас небезпечності речовин			
	1	2	3	4
a_i	1.7	1.3	1.0	0.9

Для розрахунку КНП за відсутності середньодобових значень ГДК використовують значення максимальних разових ГДК або зменшенні в десять разів значення ГДК робочої зони забруднюючих речовин. Значення КНП для речовин, для котрих відсутня інформація про ГДК прирівнюють до маси викидів даних речовин.

Відповідно до значень КНП поділяють на 4 категорії небезпечності. Граничні умови для виділення підприємства за категоріями небезпечності наведені в табл. 8.2.

Таблиця 8.2

Граничні значення категорії небезпечності підприємств і межі СЗЗ

Категорії небезпечності	Значення КНП	СЗЗ,м
I	$>10^8$	1000
II	$10^8 > \text{КНП} > 10^4$	500
III	$10^4 > \text{КНП} > 10^3$	300
IV	$<10^3$	100

Підприємства, які належать до першої категорії є найбільш небезпечні. У великих промислових містах таких підприємств одне-два, але їх сумарний викид забруднюючих речовин в атмосферу міста складає більше 50 %. Друга категорія у великих містах – кількість таких заводів може бути 15–20. Загальний викид шкідливих речовин у атмосферу від цих підприємств складає 30–35 % усіх загальноміських викидів. Третя категорія – це найчисленніші підприємства, але на їх частку припадає лише 10–15 % від загальноміських викидів. Четверта категорія складається з підприємств, які дають 1–5 % відсотки від загальноміських викидів. Викиди від них, зазвичай, не перевищують значення ГДК забруднюючих речовин. ГДВ для них можна затвердити на рівні фактичних викидів.

Залежно від тієї чи іншої категорії небезпечності підприємства здійснюється облік викидів забруднюючих речовин в атмосферу і запроваджується періодичність контролю за викидами підприємств, а також призначається санітарно-захисна зона (СЗЗ) від джерела забруднень до житлових районів, див. табл. 8.2.

Завдання

1. За даними табл. 8.3 і формулою 8.1 визначте до якої категорії небезпечності підприємств відноситься електродний завод і відповідно встановіть межі СЗЗ. Зробіть висновок про ступінь небезпечного впливу цього підприємства на довкілля.

Таблиця 8.3

Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря від електродного заводу

Назва речовини	ГДК _{сд.} , мг/м ³	Клас небезпечності	Викид, т/рік
Завислі речовини (пил)	0,15	3	4663,293
Окис вуглецю	3,0	4	8992,420
Діоксид сірки	0,05	3	727,285
Двоокис азоту	0,04	3	150,000
Бенз(а)пірен	0,000001	1	0,665
Смолисті	0,2	2	911,579

2.3а даними табл. 8.4 і формулою 8.1 визначте до якої категорії небезпечності підприємств відноситься ПАТ «СКФ Україна» (Луцьк) і відповідно встановіть межі СЗЗ. Зробіть висновок про ступінь небезпечного впливу цього підприємства на довкілля.

Таблиця 8.4

Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря від ПАТ «СКФ Україна»

Назва речовини	ГДК _{сд.} , мг/м ³	Клас небезпечності	Викид, т/ рік
Оксиди азоту	0,06	3	3,75
Окис вуглецю	3,0	4	135,908
Двоокис азоту	0,04	3	4,12
Масло мінеральне нафтове	0,05	3	1,91
Метан	50	4	0,66
Пил абразивно металевий	0,4	3	1,12

Контрольні запитання

1. З якою метою використовують показники КНП?
2. Який газ вважається еталоном для порівняння ступеня шкідливості усіх інших речовин?
3. Наведіть формулу за якою можна визначити КНП?

4. На які категорії небезпечності поділяються підприємства відповідно до їх значень?
5. Які встановлюють межі СЗЗ залежно від КНП?

Практична робота № 9

Тема: МЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ АТМОСФЕРИ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Мета: проаналізувати метеорологічні величини для визначення метеорологічного потенціалу атмосфери Волинської області.

Теоретичні відомості

Метеорологічні умови, що спостерігаються в різні пори року, окремі місяці, дають можливість атмосферному повітрю самоочищатися. Самоочисна здатність атмосфери – це здатність атмосфери виводити (розсіювати) за власні межі забруднюючі речовини, зменшуючи рівні її забруднення. Вона визначається метеорологічним потенціалом забруднення атмосфери (ПЗА) та метеорологічним потенціалом атмосфери (МПА). ПЗА подається на основі аналізу інформації повторюваності метеорологічних величин таких як, приземних інверсій, штилів, туманів, опадів, швидкості вітру тощо. МПА відображає переважання в атмосферному повітрі тих чи інших процесів – накопичення або розсіювання забруднюючих речовин упродовж року на певній території. Він визначається за формулою [В. А. Барановського]:

$$K_M = \frac{P_{\text{Ш}} + P_{\text{Т}}}{P_{\text{О}} + P_{\text{В}}}, \quad (9.1)$$

де: K_M – коефіцієнт метеорологічного потенціалу атмосфери (МПА); $P_{\text{Ш}}$ – повторюваність днів (%) зі швидкістю вітру 0-1 м/с; $P_{\text{Т}}$ – повторюваність днів (%) з туманами; $P_{\text{О}}$ – повторюваність днів (%) з опадами 0,5 мм і більше; $P_{\text{В}}$ – повторюваність днів (%) зі швидкістю вітру понад 6 м/с. Якщо значення $K_M > 1$, то переважають процеси, що сприяють накопиченню забруднюючих речовин в атмосферному повітрі; при умові $K_M < 1$, навпаки, відбуваються процеси розсіювання, тобто самоочищення повітря. З цього випливає, що переважання туманів і штилів є сприятливими для процесу накопичення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. В той час як інтенсивні вітри, часті опади, грози впливають на розкладання, розсіювання та очищення шкідливих домішок в повітрі.

У Волинській області існує 6 метеорологічних станцій, що розміщені в північно-західній (с. Світязь), північно-східній (сmt. Любешів), східній (сmt. Маневичі), центральній (м. Ковель), південно-західній (м. Володимир-Волинський) та південній (м. Луцьк) частинах області. Перші чотири

метеостанції відповідають природним умовам Волинського Полісся, а решта – Волинської височини.

Завдання

1. За формулою 9.1 та інформацією метеостанцій (табл. 9.1-9.6) обчисліть коефіцієнт метеорологічного потенціалу атмосфери однієї метеостанції Волинської області згідно з варіантом, запропонованим викладачем. Результати подайте у таблиці (див. зразок).

2. Поясніть, які процеси переважали (накопичення чи розсіювання) упродовж року і чому?

3. Проаналізуйте вплив природних умов (рельєф, ліси, водойми, тощо) розміщення метеостанцій на формування метеорологічних умов і протікання в них атмосферних процесів.

Таблиця 9.1

Метеостанція Маневичі

Дні Місяць	Швидкість вітру 0-1 м/с	Дні з туманами	Опади 0,5 мм і більше	Швидкість вітру понад 6 м/с
Січень	5	7	18	0
Лютий	9	10	7	0
Березень	2	2	12	0
Квітень	4	0	13	0
Травень	4	3	14	0
Червень	3	0	4	0
Липень	2	0	10	0
Серпень	4	0	2	0
Вересень	5	6	13	0
Жовтень	6	7	7	0
Листопад	9	7	13	0
Грудень	7	8	9	0

Таблиця 9.2

Метеостанція Світязь

Дні Місяць	Швидкість вітру 0-1 м/с	Дні з туманами	Опади 0,5 мм і більше	Швидкість вітру понад 6 м/с
Січень	5	13	15	6
Лютий	14	19	2	3
Березень	6	10	10	0
Квітень	2	1	11	6
Травень	3	4	16	1
Червень	5	1	5	0
Липень	5	1	11	0
Серпень	8	3	1	0
Вересень	4	12	12	1
Жовтень	8	16	7	0
Листопад	5	22	14	5
Грудень	2	18	9	4

Таблиця 9.3

Метеостанція Любешів

Дні Місяць	Швидкість вітру 0-1 м/с	Дні з туманами	Опади 0,5 мм і більше	Швидкість вітру понад 6 м/с
Січень	3	13	14	6
Лютий	6	14	6	0
Березень	1	6	10	0
Квітень	1	1	9	4
Травень	1	4	12	0
Червень	2	0	5	0
Липень	1	4	9	0
Серпень	3	2	2	0
Вересень	3	10	11	0
Жовтень	5	14	7	0
Листопад	2	16	16	3
Грудень	3	15	10	4

Таблиця 9.4

Метеостанція Ковель

Дні Місяць	Швидкість вітру 0-1 м/с	Дні з туманами	Опади 0,5 мм і більше	Швидкість вітру понад 6 м/с
Січень	3	5	15	4
Лютий	5	8	4	1
Березень	5	5	10	0
Квітень	1	0	11	1
Травень	3	0	14	0
Червень	3	0	5	0
Липень	4	1	13	0
Серпень	6	1	3	0
Вересень	0	6	13	0
Жовтень	7	9	7	0
Листопад	4	11	16	2
Грудень	3	11	5	1

Таблиця 9.5

Метеостанція Володимир-Волинський

Дні Місяць	Швидкість вітру 0-1 м/с	Дні з туманами	Опади 0,5 мм і більше	Швидкість вітру понад 6 м/с
Січень	2	13	14	4
Лютий	7	18	5	1
Березень	2	13	9	2
Квітень	3	4	10	3
Травень	2	7	12	0
Червень	1	3	4	0
Липень	3	8	10	0
Серпень	4	5	1	0
Вересень	1	17	10	1
Жовтень	5	18	10	2
Листопад	4	18	17	3

Грудень	4	14	6	3
---------	---	----	---	---

Таблиця 9.6

Метеостанція Луцьк

Дні Місяць	Швидкість вітру 0-1 м/с	Дні з туманами	Опади 0,5 мм і більше	Швидкість вітру понад 6 м/с
Січень	3	10	13	9
Лютий	7	9	6	2
Березень	6	3	10	4
Квітень	3	0	9	7
Травень	4	2	16	0
Червень	2	1	5	0
Липень	3	4	9	1
Серпень	2	1	0	1
Вересень	0	8	10	1
Жовтень	5	13	6	2
Листопад	2	12	14	7
Грудень	2	11	7	7

Зразок

Метеостанція Луцьк

Дні Місяць	Швидкість вітру 0-1 м/с	Повторюваність днів, %	Дні з туманами	Повторюваність днів, %	Опади 0,5 мм і більше	Повторюваність днів, %	Швидкість вітру понад 6 м/с	Повторюваність днів, %	МПА
Січень	3		10		13		9		
Лютий	7		9		6		2		
Березень	6		3		10		4		
Квітень	3		0		9		7		
Травень	4		2		16		0		
Червень	2		1		5		0		
Липень	3		4		9		1		
Серпень	2		1		0		1		
Вересень	0		8		10		1		
Жовтень	5		13		6		2		
Листопад	2		12		14		7		
Грудень	2		11		7		7		

Контрольні запитання

1. Що таке самоочисна здатність атмосфери?
2. Якими показниками вона визначається?
3. Дайте визначення ПЗА і МПА.
4. За якими метеорологічними величинами аналізується ПЗА?
5. Які процеси в атмосферному повітрі стосовно забруднюючих речовин відображає метеорологічний потенціал?
6. Як визначити коефіцієнт МПА?

7. Коли в атмосферному повітрі переважають процеси розсіювання або накопичення?
8. Назвіть метеорологічні величини, що сприяють процесам розсіювання і накопичення?

Практична робота № 10

Тема: ОЦІНКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. ЛУЦЬКА МЕТОДОМ ЛІХЕНОІНДИКАЦІЇ

Мета: ознайомитись з теоретичними основами ліхеноіндикації та визначити рівень забруднення атмосферного повітря за допомогою лишайників.

Теоретичні відомості

Дуже інформативними біоіндикаторами стану повітряного середовища і його зміни є нижчі рослини: мохи та лишайники, які накопичують у своїй слані (талом) здебільшого забруднюючі речовини (сірка, фтор, радіоактивні речовини, важкі метали). Лишайники оселяються на голих скелях, бідному ґрунті, стовбурах дерев, мертвій деревині, але для свого нормального функціонування вони потребують чистого повітря. Особливо вони чутливі до сірчистого газу. Невелике забруднення атмосфери не впливає на більшість рослин, хоча викликає масову загибель чутливих видів лишайників. Науковий напрям біомоніторингу (тобто спостереження) за станом повітряного середовища за допомогою лишайників називається **ліхеноіндикацією**.

Лишайники – це симбіоз водоростей і гриба. Вони чутливі до забруднення середовища через те, що: 1) у лишайників відсутня непроникна кутикула, завдяки чому обмін газів проходить вільно через всю поверхню; 2) більшість токсичних газів концентрується в дощовій воді, а лишайники втягують воду всією сланню, на відміну від квіткових рослин, які поглинають воду переважно коренями; 3) більшість рослин у наших широтах активні тільки влітку, коли рівень забруднення сірчистим газом набагато нижчий, тоді як лишайники володіють здатністю до росту і при температурах, нижчих від 0° С.

На відміну від квіткових рослин лишайники здатні позбуватися від уражених ділянок токсичними речовинами кожного року. В містах із забрудненою атмосферою вони ростуть рідко. Установлено, що чим вищий рівень забруднення атмосферного повітря сірчистим газом, тим більше сірки накопичується в лишайниках, причому жива слань акумулює сірку із середовища інтенсивніше, ніж мертва.

Найбільш чутливим симбіонтом лишайників є водорості. В лишайників, що ростуть на деревах, видовий склад розрізняється залежно від рН кори. Лишайники зникають, насамперед, з дерев, що мають кислу кору

(береза, хвойні), потім з нейтральних (дуб, клен) та найпізніше – з дерев, що мають слабо лужну кору (в'яз дрібнолистий, акація жовта).

Серед життєвих форм лишайників розрізняють:

- 1) **накипні** (слань має вигляд шкірочок) – наприклад, бацидіум, фісція;
- 2) **листоваті** (слань має вигляд пластинок) – наприклад, пармелія, степова золотянка, гіпогімнія;
- 3) **кущисті** (слань має вигляд кущиків або звисаючих «борід», іноді до 1–2 м довжиною) – наприклад бріорія, кладонія, цетрарія.

Найбільш чутливі до забруднення повітряного середовища *кущисті* та *листоваті* лишайники (зникають повністю), найменш – накипні.

Найбільш чутливо лишайники реагують на наявність сірчистого газу, що виділяється при згорянні палива. Більшість лишайників-епіфітів не зустрічається, якщо пересічна концентрація оксиду сірки (SO_2) перевищує $0,1 \text{ мг/м}^3$, а концентрація $0,5 \text{ мг/м}^3$ згубна для всіх видів лишайників. Дуже низькі концентрації оксиду сірки заважають проростанню спор, а при значних концентраціях спостерігається передчасне старіння лишайників. При посиленні забруднення повітря слані лишайників стають товстими, компактними й майже зовсім втрачають плодові тіла, зменшується їх біомаса.

Подальше забруднення атмосфери призводить до забарвлення лопатей лишайників в білуватий, коричневий або фіолетовий колір, їх морщення й загибелі. Численні дослідження промислових районів і прилеглих до них територій виявили пряму залежність між забрудненням атмосфери й скороченням кількості видів лишайників. Дана закономірність відзначається не лише для забруднення атмосфери сірчистими, але й іншими газами, що надходять у повітря з викидами підприємства і транспорту.

Завдання

Провести оцінку ступеня забруднення атмосфери методом ліхеноіндикації у міських зелених зонах (парк), в районах підприємств і уздовж автомагістралей.

Порядок виконання

Біоіндикація території за допомогою лишайників може бути організована по-різному і залежить від мети: можна розмістити трансекту довжиною 2 – 3 км перпендикулярно насиченій автотранспортом позаміській дорозі, яка примикає до лісового масиву з невеликої різноманітності деревних порід (наприклад, сосна з домішками берези або дубове насадження з домішками клену); можна розмістити трансекту залежно від відстані до центру міста (центральні вулиці, на деякій відстані від центру, окраїна, приміські території). Така трансекта може тягнутися на 20 – 50 км і

переходити в зелену зону міста. В цій трансекті повинні вивчатися лише види деревних рослин.

Першу трансекту розбийте на ряд ділянок: біля дороги; на відстані 100 м; на відстані 300 м; на відстані 500 м; на відстані 1000 м; на відстані 2000 – 3000 м від дороги.

Для оцінки забруднення атмосфери потрібно вибрати вид дерева, найпоширеніший на даній території. Наприклад, липу дрібнолисту. Територію поділити на квадрати 20×20 м, всередині яких підрахувати загальне число дерев і кількість дерев, покритих лишайниками. Для оцінки забруднення вулиць й автомагістралей обстеження потрібно проводити по обидва боки вулиці кожного третього, п'ятого або десятого дерева.

На стовбурі пробну ділянку обмежити рамкою, розміром 10×10 см, яка всередині поділена тонкими лініями на квадрати по 1 см. На кожному дереві описати 4 ділянки: дві в основі стовбура на висоті 30 см (з різних сторін) і дві – на висоті 1,5 м. У межах пробних ділянок візуально визначити у відсотках видовий склад лишайників (накипні, листоваті, кущисті), чисельність окремих видів та загальну чисельність, і ступінь покриття лишайниками поверхні стовбура.

Описати стан слані: забарвлення, наявність некрозних плям та розміри розеток. Обстеження проводити за наявності лише одного типу лишайників або всіх типів, що зустрічаються на вибраній території. Всі дані занести у табл. 10.1.

Таблиця 10.1

№ пробної ділянки	Кількість видів	Тип лишайників	Проективне покриття для кожного типу, %	Частота зустрічає мості, %	Стан слані	Рівень забруднення

За результатами обстеження декількох десятків дорослих прямих дерев обчисліть середні бали частоти зустрічаємості та ступінь покриття стовбуру для кожного типу лишайників – накипних (Н), листоватих (Л) і кущистих (К) у відповідності зі шкалою (табл. 10.2).

Таблиця 10.2

Оцінка зустрічаємості й ступеня покриття для кожного типу лишайників

Частота зустрічаємості, %	Бал оцінки	Ступінь проективного покриття, %	Бал оцінки
Надзвичайно рідко (менш 5)	1	Дуже низька (менш 5)	1
Дуже рідко (5-20)	2	Низька (5-20)	2
Рідко (20-40)	3	Середня (20-40)	3
Часто (40-60)	4	Висока (40-60)	4
Дуже часто (60-100)	5	Дуже висока (60-100)	5

Отримані результати занесіть в таблицю.

Таблиця

№ п/п	Тип лишайників	Середній бал оцінки частоти зустрічаємості	Середній бал оцінки проективного покриття

За отриманими балами оцінки середньої зустрічаємості типів лишайників Н, Л, К обчисліть індекс відносної чистоти атмосфери (ВЧА) за формулою (1):

$$\text{ВЧА} = (\text{Н} + 2\text{Л} + 3\text{К}) / 30 \quad (1)$$

Чим ближче розрахований показник ВЧА до одиниці, тим чистішим вважають повітря на даній території.

За даними табл. 10.3 і оцінкою зустрічаємості лишайників визначте зону та оцінку забруднення різних ділянок міста. На основі проведеного дослідження визначте джерела забруднень для обстежених ділянок. Зробіть висновки та запишіть у зошиті.

Таблиця 10.3

Типи зон забруднення за даними ліхеноіндикації

Зона забруднення	Оцінка зустрічаємості лишайників	Забруднення повітря сірчистим газом мг/м ³	Оцінка забруднення
1	Лишайникова пустеля. Для цієї зони характерна повна відсутність лишайників.	Більше, ніж 0,3–0,5	сильне забруднення
2	Лишайники також відсутні на стовбурах дерев та каменях. На північному боці дерев у затінених місцях зустрічається зеленуватий наліт водорості плеврококу. Також присутність у пригніченому стані представників накипних форм – сколіціоспорум, леканора, з мінімальним проективним покриттям (ПП) (2-8 %).	близько 0,3	досить сильне
	Поява на стовбурах і біля основи дерев сіро-зеленуватих твердих накипних лишайників леканори, фісції. Присутні палеотолерантні форми – ксанторія, пармелія, зрідка у пригніченому стані калоплака. Загальне ПП досягає 20-35 %.	від 0,05 до 0,2	середнє
3	Розвиток накипних лишайників – леканори та	не перевищує 0,05	невелике

	ін., водорості плеврококуса, поява листоватих лишайників. Інколи трапляється представник кущистих форм – евернія. Загальне ПП становить 50 - 60 %.		
4	Поява кущистих лишайників. Значне видове різноманіття лишайників, часто зустрічаються представники кущистих форм – евернія та гіпогімнія. Загальне ПП – 60-80 %	малий вміст	повітря дуже чисте

Контрольні запитання

1. Чому лишайники відносять до тест-організмів?
2. Чи можна назвати лишайники універсальними біоіндикаторами?
3. Дайте визначення ліхеноіндикації.
4. Назвіть представників різних типів лишайників?
5. На яку забруднюючу речовину найбільш чутливо реагують лишайники?
6. Яка концентрація сірчистого газу є згубною для лишайників?
7. Які ознаки набувають слані лишайників при подальшому забрудненні атмосферного повітря?
8. Як обчислити індекс відносної чистоти атмосферного повітря?
9. Як оцінити рівень забруднення атмосферного повітря за лишайниками?

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2002. 284 с.
2. Владимірова О. Г. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище (повітряне середовище): Конспект лекцій / О. Г. Владимірова. Одеса : «ТЭС», 2007. 100 с.
3. Власенко В. М. Каталитическая очистка газов. К.: Техніка, 1973. 199 с.
4. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 року (зі змінами). Відомості Верховної Ради України. 1991. № 41. 456 с.
5. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» в редакції закону №2556-III(2556-14) від 21.06.2001.
6. Клименко М. О., Прищепа А. М. Моніторинг довкілля. Рівне : РВЦ УДУВГП, 2004. С. 43-99.
7. Колесніков М. О. Хімія атмосфери. Курс лекцій. Мелітополь: ТДАТУ, 2009. 112 с.
8. Кондратьев К. Я., Москаленко Н. И., Позняков Д. В. Атмосферный аэрозоль. Л. : Гидрометеиздат, 1983. 224 с.
9. Малита Д. М. и др. Современные методы определения загрязнений населенных мест. М. : Медицина, 1980.
10. Парниковые газы – глобальный экологический ресурс. Справочное пособие / В. Х. Бердин, И. Г. Грицевич, А. О. Кокорин, Ю. Н. Федоров. М. : НОПППУ-WWF. 2004. 135 с.
11. Рациональне природокористування та охорона навколишнього середовища. – Курс лекцій. К. : НМК, 1993. 129 с.
12. Родионов А. И., Клушин В. Н., Систер В. Г. Технологические процессы экологической безопасности. Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2000.
13. Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. Техноекотолгія та охорона навколишнього середовища: Навч. посібник. Л.: Новий Світ-2000, 2004. 256 с.
14. Тищенко Н. Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе. Справ. изд. М. : Химия, 1991. 368 с.
15. Хімія та екологія атмосфери: Навч. посіб. / Б. М. Федішин та ін.; за ред. Б. М. Федішина. К.: Алетра, 2003. 272 с.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Практична робота № 1. Нормативно-правові акти з питань охорони атмосферного повітря	4
Практична робота № 2. Джерела та аналіз забрудненості атмосферного повітря міст України.....	7
Практична робота № 3. Аналіз джерел забруднення атмосферного повітря у Волинській області	9
Практична робота № 4. Оцінка завантаженості ділянок вулиць міста автотранспортом.....	10
Практична робота № 5. Визначення викидів вихлопних газів автотранспорту на ділянках вулиць міста	12
Практична робота № 6. Моніторинг атмосферного повітря.....	16
Практична робота № 7. Нормування якості атмосферного повітря у містах.....	20
Практична робота № 8. Визначення категорії небезпечності підприємства залежно від маси, виду та складу забруднюючих речовин в повітрі.....	24
Практична робота № 9. Метеорологічний потенціал атмосфери Волинської області	27
Практична робота № 10. Оцінка стану атмосферного повітря м Луцька методом ліхеноіндикації.....	31
Список використаних джерел.....	36

Навчально-методичне видання

Нетробчук Ірина Марківна

ОХОРОНА АТМОСФЕРИ

методичні рекомендації до практичних робіт

Друкується в авторській редакції

Формат 60x84 ¹/₁₆. Обсяг ум. друк. арк., обл.-вид. арк. Наклад 50 пр. Зам.
Видавець і виготовлювач – Вежа-Друк (м. Луцьк, вул. Шопена, 12, тел. (0332) 29-90-65).
Свідоцтво Держ. комітету телебачення та радіомовлення України
ДК № 4039 від 08.04.2011 р.